

**PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI AGREGAT  
KASAR PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE  
GRADASI KASAR**

**NASKAH PUBLIKASI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Arys Andhikatama**  
**NIM : D 100 090 023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2013**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE* GRADASI KASAR

#### Naskah Publikasi

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada Tanggal, 11 November 2013

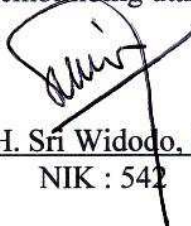
diajukan oleh :

**ARYS ANDHIKATAMA**

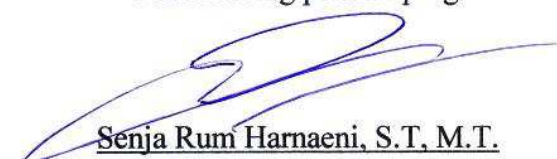
**NIM : D100 090 023**

Susunan Dewan Penguji :

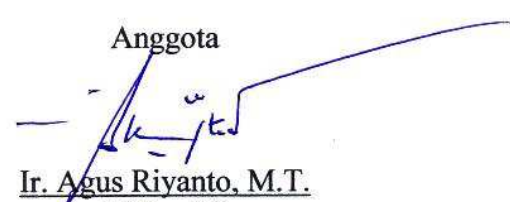
Pembimbing utama

  
Ir. H. Sri Widodo, M.T.  
NIK : 542

Pembimbing pendamping

  
Senja Rum Harnaeni, S.T, M.T.  
NIK : 795


Anggota

  
Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK : 483

Dekan Fakultas Teknik

  
Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK : 483

Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.  
NIK : 732

**SURAT PERNYATAAN  
PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Bismillahirrohmanirrohim

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya

Nama : Arys Andhikatama

Nim/NIRM : D100 090 023

Fakultas/Jurusan : Teknik Sipil

Jenis : Tugas Akhir

Judul : PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN  
*ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE* GRADASI  
KASAR

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada perpustakaan UMS atas penulisan Tugas Akhir saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikan serta menampilkannya dalam bentuk *soft copy* untuk kepentingan akademis kepada perpustakaan UMS. Tanpa meminta ijin dari saya selama masih mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam Tugas Akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 14 November 2013

Yang Menyatakan



( Arys Andhikatama )

# UTILIZATION OF WASTES CONCRETE AS SUBSTITUTE COARSE AGGREGATES IN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE MIX COARSE GRADATION

## PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE GRADASI KASAR

Arys Andhikatama<sup>1)</sup>, Sri Widodo<sup>(2)</sup>, Senja Rum Harnaeni<sup>(3)</sup>

<sup>1)</sup> Alumni Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta, e-mail: [arys\\_andhikatama@ymail.com](mailto:arys_andhikatama@ymail.com)

<sup>(2), (3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Surakarta

### ABSTRACT

In the manufacture of asphalt mixture requires aggregate in large quantities. Because of the pavement structure consists of 90-95 % aggregate. One of the materials being used is gravel or coarse aggregate. Continuous use of gravel in large quantities would have caused problems in the environment around the mining area. The use of waste materials for new pavement has been done. One of the waste materials that will try to replace new aggregates in this research is concrete waste. This study used an experimental method with a variation of bitumen content 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and 7% of the total weight of aggregate to determine the optimum bitumen content, while the making mixed AC - WC coarse gradation this refers to the specifications of Bina Marga 2010. Having obtained the value of optimum bitumen content, the specimens made of concrete waste variation 0%, 20%, 40%, 60%, 80% of the total coarse aggregate. Then testing the specimen by Marshall test methods in order to get results on the Marshall characteristics of the mixture. Based on this research, the use of waste concrete as a coarse aggregate influence on value Marshall characteristics of the mixed AC-WC coarse gradation. Absorption of concrete waste cause greater absorption of asphalt aggregate is greater than at the time without the use of waste concrete mixture. It is shown from the change of each characteristic mixture of AC-WC Marshall rough grading at 6.5 % asphalt content. Values obtained from the analysis of stability, VMA, VIM and Marshall Quotient has increased, while the value VFWA flow and decreased with increasing levels of waste concrete. Highest stability value obtained at levels of 80 % of waste concrete is 1324.20 kg , most of the VMA values obtained at levels of 80 % of waste concrete is 21.36 % , VIM greatest value obtained at levels of 60 % of waste concrete is 8.64% , most of the Marshall Quotient values obtained at the 80 % level concrete waste is 410.19 kg / mm , the value of the flow is obtained at a level 20 % of waste concrete that is 3.82 mm and VFWA greatest value obtained in normal mixture is 72.24% . Levels obtained from the analysis of concrete waste by 2.5%.

**Key words:** Asphalt Concrete Wearing Course , Concrete Waste, Marshall Characteristic, Coarse Gradation.

### ABSTRAK

Dalam pembuatan campuran beraspal membutuhkan agregat dalam jumlah banyak. Karena dalam struktur perkerasan 90-95% terdiri dari agregat. Salah satu material yang banyak digunakan adalah kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Penggunaan bahan limbah untuk perkerasan jalan yang baru sudah banyak dilakukan. Salah satu bahan limbah yang akan dicoba untuk mengganti agregat baru pada penelitian ini yaitu limbah beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap total berat agregat untuk menentukan kadar aspal optimum, sedangkan pada pembuatan campuran AC - WC gradasi kasar ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010. Setelah didapatkan nilai kadar aspal optimum, dibuat benda uji dengan variasi limbah beton 0%, 20%, 40%, 60%, 80% terhadap total agregat kasar. Kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji tersebut dengan metode marshall test sehingga didapat hasil karakteristik Marshall pada campuran tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan limbah beton sebagai agregat kasar berpengaruh pada nilai karakteristik Marshall pada campuran AC - WC gradasi kasar. Penyerapan limbah beton yang lebih besar menyebabkan aspal yang terserap agregat lebih besar dari pada saat campuran tanpa menggunakan limbah beton. Hal ini ditunjukkan dari perubahan masing-masing karakteristik marshall campuran AC-WC gradasi kasar pada kadar aspal 6,5%. Dari hasil analisa diperoleh nilai stabilitas, VMA, VIM dan Marshall Quotient mengalami kenaikan, sedangkan nilai flow dan VFWA mengalami penurunan seiring penambahan kadar limbah beton. Nilai stabilitas paling tinggi diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 1324,20kg, nilai VMA paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 21,36%, nilai VIM paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 60% yaitu 8,64%, nilai Marshall Quotient paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 410,19kg/mm, nilai flow paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 20% yaitu 3,82mm dan nilai VFWA paling besar diperoleh pada campuran normal yaitu 72,24%. Dari hasil analisa diperoleh kadar limbah beton sebesar 2,5%.

**Kata-kata kunci:** Asphalt Concrete Wearing Course , Limbah beton, Karakteristik Marshall, Gradasi kasar.

### PENDAHULUAN

Jalan raya sebagai penunjang kelancaran dari transportasi darat mempunyai peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan suatu daerah. Sehingga dibutuhkan perkerasan jalan yang bagus supaya lalu lintas menjadi lancar, aman dan nyaman. Salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur. Sedangkan jenis campuran yang digunakan adalah Asphalt Concrete ( AC ) atau di Indonesia sering disebut sebagai Lapis Aspal Beton ( Laston ). Dalam pembuatan campuran ini tentu membutuhkan agregat dalam jumlah banyak. Karena dalam struktur perkerasan 90-95% terdiri dari agregat. Salah satu material yang banyak digunakan adalah kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam

jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut.

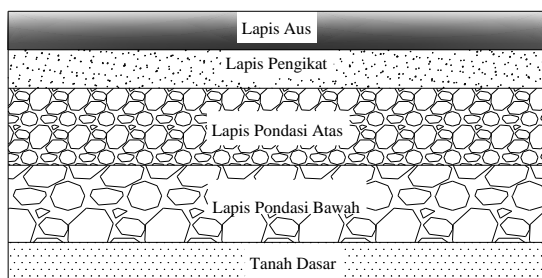
Untuk membatasi penggunaan agregat baru ( fresh aggregate ) dari alam ini sudah banyak dikembangkan teknologi daur ulang untuk perkerasan jalan. Penggunaan bahan limbah untuk perkerasan jalan yang baru sudah banyak dilakukan. Salah satu bahan limbah yang akan dicoba untuk mengganti agregat baru pada penelitian ini yaitu limbah beton. Sisa-sisa atau limbah beton dari reruntuhan bangunan akibat gempa bumi, bongkaran bangunan, akibat kebakaran maupun limbah beton yang berasal dari kegagalan dalam pembuatan di pabrik beton pracetak, yang dalam jumlah banyak akan menimbulkan masalah baru. Tetapi untuk penelitian ini digunakan limbah beton yang berasal dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Jenis campuran perkerasan jalan yang akan digunakan adalah campuran Asphalt Concrete-Wearing Course gradasi kasar atau dalam bahasa Indonesia disebut Lapisan Aspal Beton (Laston) lapis aus.

penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase limbah beton yang optimum untuk campuran AC-WC gradasi kasar.

### Perkerasan Lentur

Pada umumnya perkerasan lentur terdiri dari tiga lapisan utama yaitu lapis permukaan (surface course), lapis pondasi (base course) dan lapis pondasi bawah bawah (subbase course). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar. 1. berikut:



Gambar.1 Komponen-komponen perkerasan lentur

### Campuran AC-WC Gradasi Kasar

Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) merupakan salah satu dari jenis beton aspal campuran panas yang memiliki susunan gradasi rapat (tertutup) dan berfungsi sebagai lapis aus pada perkerasan lentur. Adapun karakteristik campuran ini dapat dilihat pada Tabel.1 di bawah ini:

Tabel.1 Ketentuan Karakteristik Campuran AC-WC gradasi kasar (Sumber : Bina Marga divisi 6, 2010)

Sifat-sifat Campuran	Spec.	AC-WC Gradasi Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)		4,3
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2
Jumlah Tumbukan Per Bidang		75
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga Dalam Agregat (%)	Min.	15
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.	800
	Maks.	-
Pelelehan (mm)	Min.	3
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min.	250
Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90

### Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. (Sukirman,2003). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan,yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat. Sehingga kualitas dari suatu campuran juga ditentukan dari sifat agregat. Berdasarkan ukuran butirnya agregat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Adapun ketentuannya dapat dilihat pada Tabel.2 dan Tabel .3 berikut ini.

Tabel.2 Ketentuan agregat kasar (Sumber: Bina Marga divisi 6, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 1969:2008	-
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	Maks.30%
Campuran bergradasi lainnya		Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min 95%

Tabel.3. Ketentuan agregat halus (Sumber: Bina Marga divisi 6, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 1970:2008	-

### Gradasi Agregat

Gradasi adalah distribusi butir-butir agregat dengan ukuran tertentu. Gradasi agregat dapat dikelompokkan menjadi agregat bergradasi baik dan agregat bergradasi buruk. Adapun persyaratan gradasi pada campuran AC-WC gradasi kasar dapat dilihat pada tabel.4 berikut ini.

Tabel.4. Persyaratan gradasi agregat (Sumber: Bina Marga divisi 6, 2010)

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang lolos
19	100
12,5	90-100
9,5	72-90
4,75	43-63
2,36	28-39,1
1,18	19-25,6
0,600	13-19,1
0,300	9-15,5
0,150	6-13
0,075	4-10

### Limbah Beton

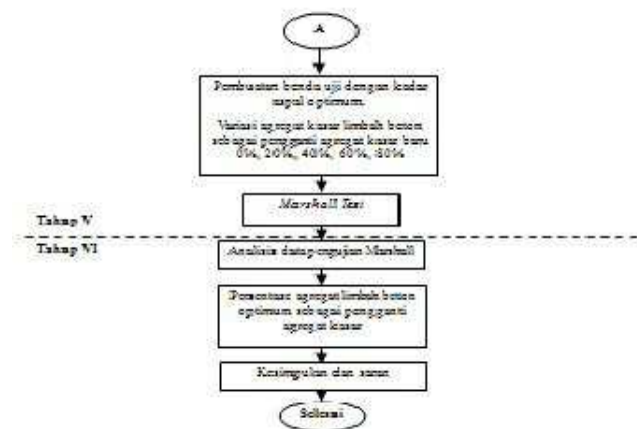
Limbah adalah benda yang dibuang baik berasal dari alam ataupun dari hasil proses teknologi yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak memiliki nilai ekonomis. Sedangkan limbah beton adalah material beton yang sudah tidak terpakai lagi untuk konstruksi. Limbah beton yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah beton yang berasal dari laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

### Sifat-sifat Marshall

Campuran aspal setiap unitnya memiliki 3 (tiga) elemen penyusun yaitu agregat, aspal dan udara. Elemen-elemen tersebut terlihat seperti dalam komposisi pada Gambar III.1 di bawah ini :







Gambar.3. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Mutu Bahan

Hasil pengujian mutu agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel V.1 dan V.2.

Tabel.5. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec	Ket
Abrasi	21,41%	Max. 30%	Memenuhi
Kelekatan terhadap aspal	99%	Min. 95%	Memenuhi
Berat Jenis Bulk	2,75	-	-
Berat Jenis SSD	2,78	-	-
Berat Jenis semu	2,84	-	-
Penyerapan air	1,15 %	< 3 %	Memenuhi

Tabel.6. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec.	Keterangan
Berat Jenis Bulk	2,63	-	-
Berat Jenis SSD	2,71	-	-
Berat Jenis semu	2,85	-	-
Penyerapan air	2,89 %	< 5%	Memenuhi
Sand Equivalent	91,55 %	> 60%	Memenuhi

Tabel.7. Hasil Pemeriksaan Aspal (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec.	Keterangan
Penetrasi	64	60-70	memenuhi
Titik lembek	50,5°C	≥ 48°C	memenuhi
Titik nyala & titik bakar	278°C	≥ 232°C	memenuhi
Daktilitas	150 cm	≥ 100cm	memenuhi
Berat Jenis	1,03	≥ 1,0	memenuhi

### Pemeriksaan Mutu Agregat Kasar Limbah Beton

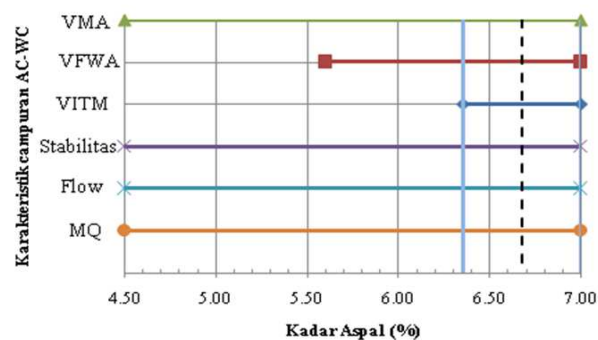
Dalam penelitian ini limbah beton yang digunakan adalah sisa-sisa dari silinder beton dengan mutu K350. Untuk hasil pengujian mutu agregat kasar dari limbah beton dapat dilihat pada Tabel.8. berikut ini.

Tabel.8. Hasil Pemeriksaan limbah beton (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spec.	Ket
Abrasi	29,6%	Max. 30%	Memenuhi
Kelekatan terhadap aspal	99%	Min. 95%	Memenuhi
Berat Jenis Bulk	2,30	-	-
Berat Jenis SSD	2,43	-	-
Berat Jenis semu	2,66	-	-
Penyerapan air	5,99 %	< 3 %	Tidak memenuhi

### Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian sifat-sifat Marshall dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan tiap-tiap sifat Marshall sebagai acuan untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Kemudian dari masing-masing grafik hubungan kadar aspal dengan sifat Marshall dibuat grafik penentuan kadar aspal optimum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar aspal optimum

Dari Gambar 4 diperoleh kadar aspal optimum yaitu 6,68%. Tetapi dalam penelitian digunakan KAO 6,5%.

## Limbah Beton Optimum

Setelah didapatkan kadar aspal optimum, maka dilakukan pembuatan benda uji untuk mencari limbah beton optimum sebagai agregat kasar dengan menggunakan nilai kadar aspal optimum. Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dengan menggunakan agregat kasar limbah beton terhadap kadar aspal optimum, diperoleh nilai-nilai VIM, VFWA, Stabilitas, Flow, Marshall Quotient seperti yang terdapat Tabel. 9 di bawah ini:

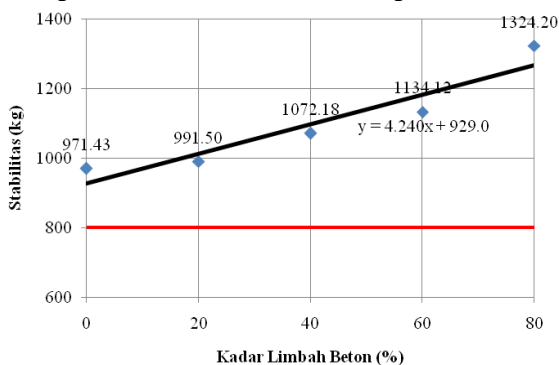
Tabel. 9 Hasil Marshall test campuran dengan limbah beton (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Sifat marshall AC-WC	Spec	Variasi Limbah Beton (%)				
		0	20	40	60	80
Stabilitas (kg)	≥ 800	971.43	991.50	1072.18	1134.12	1324.20
Flow (mm)	≥ 3	3.84	3.82	3.63	3.63	3.24
Marshall Quotients(kg/mm)	≥ 250	253.30	259.44	297.45	313.27	410.19
VMA(%)	≥ 15	19.15	19.95	19.98	21.70	21.36
VIM(%)	3-5	4.98	6.15	6.41	8.64	8.44
VFWA(%)	≥ 65	72.24	69.26	68.05	60.34	60.72

### 1. Penentuan Limbah Beton Optimum

Dari hasil pengujian dan perhitungan pada Tabel. 9, kemudian dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan variasi agregat limbah beton terhadap masing-masing karakteristik Marshall campuran AC-WC gradasi kasar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini.

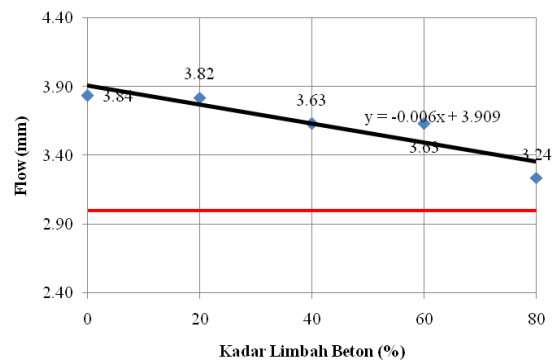
#### a. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai stabilitas



Gambar 5 Hubungan kadar limbah beton dengan stabilitas

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian stabilitas pada variasi limbah beton yang digunakan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Penyerapan limbah beton yang lebih besar dari pada agregat baru mengakibatkan aspal yang terserap agregat semakin banyak. Jika dilihat pada hasil penelitian kadar aspal optimum nilai stabilitas sudah mengalami penurunan pada kadar aspal 6%, sehingga pada kadar aspal 6,5% stabilitas tidak berada pada kondisi maksimum. Sehingga pada saat sebagian agregat kasar diganti dengan limbah beton yang memiliki penyerapan lebih besar maka akan meningkatkan stabilitas campuran.

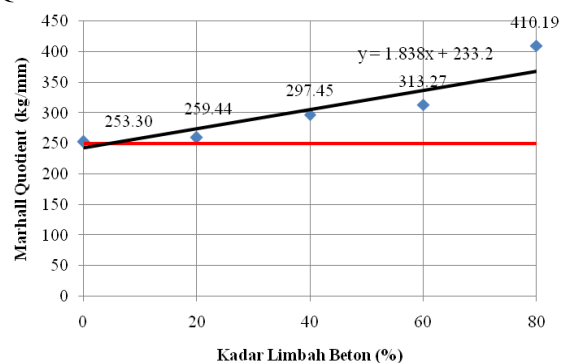
#### b. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai flow



Gambar 6 Hubungan kadar limbah beton dengan flow

Gambar 6 menunjukkan nilai flow cenderung mengalami penurunan pada variasi kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh aspal yang diserap agregat limbah beton lebih banyak dari pada kondisi campuran normal.

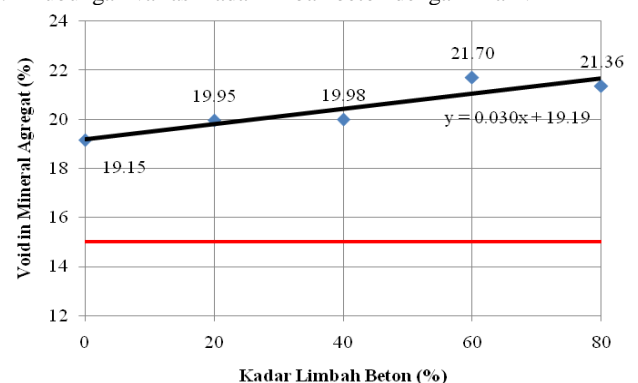
#### c. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai Marshall Quotient



Gambar 7 Hubungan kadar limbah beton dengan Marshall Quotient

Pada Gambar 7 di atas menunjukkan nilai Marshall Quotient cenderung mengalami kenaikan pada kadar limbah beton yang besar. Hal ini dikarenakan pada kadar limbah beton yang lebih besar nilai stabilitasnya besar sedangkan nilai flow kecil.

#### d. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VMA

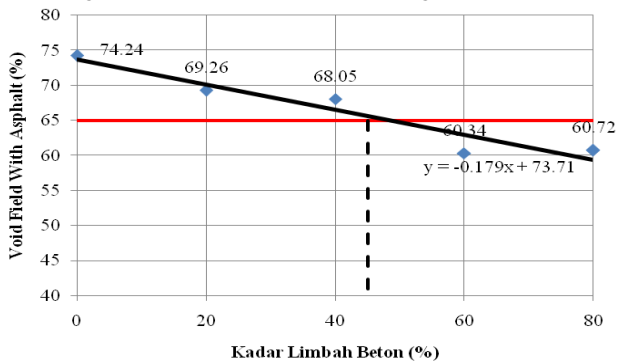


Gambar 8 Hubungan kadar limbah beton dengan VMA

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai void in mineral agregat (VMA) cenderung semakin bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena agregat limbah beton memiliki nilai penyerapan lebih besar dan berat jenis yang lebih kecil dari pada agregat kasar baru.



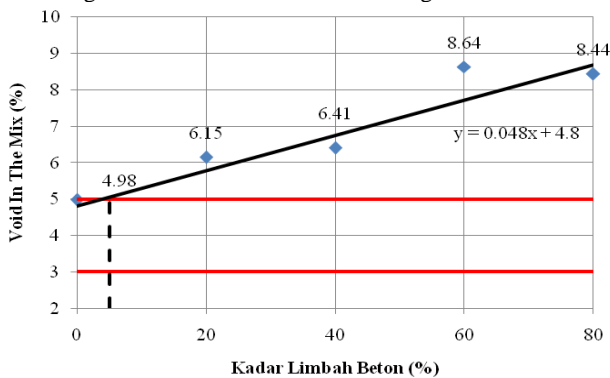
e. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VFWA



Gambar 9 Hubungan kadar limbah beton dengan VFWA

Gambar 9 menunjukkan semakin besar kadar limbah beton yang digunakan maka semakin kecil nilai VFWA. Hal ini disebabkan karena aspal yang seharusnya mengisi rongga terabsorpsi oleh agregat limbah beton yang memang memiliki nilai penyerapan lebih besar.

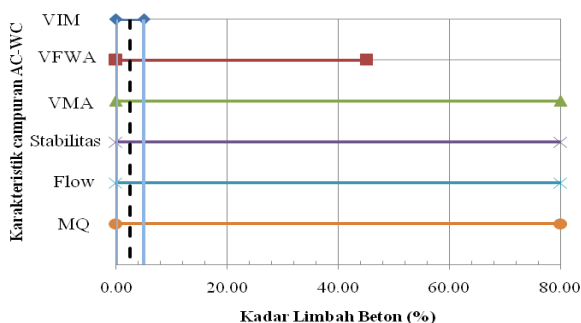
f. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VIM



Gambar 10 Hubungan kadar limbah beton dengan VIM

Pada Gambar 10 di atas didapatkan nilai VIM yang tidak memenuhi spesifikasi pada campuran yang menggunakan agregat kasar limbah beton. Hal ini disebabkan karena rongga udara yang terisi aspal semakin berkurang pada prosentase limbah beton yang lebih besar. Sehingga setelah dipadatkan masih tersisa banyak rongga udara dalam campuran.

Dari grafik hubungan persentase limbah beton dengan karakteristik Marshall Test dapat diketahui kadar limbah beton optimum pada campuran AC – WC. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar V.14 berikut ini.



Gambar 11 Limbah beton optimum

Dari gambar di atas didapat nilai limbah beton optimum

$$\text{yaitu} = \frac{0 + 5}{2} = 2,5 \%$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil pengujian limbah beton diperoleh:
  - Keausan limbah beton 29,60%. Sedangkan nilai keausan agregat campuran antara limbah beton dengan agregat baru dengan variasi 20%, 40%, 60%, 80% berturut-turut yaitu 22,5%; 23,6%; 24,2%; 27,2%.
  - Berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis semu dan penyerapan limbah beton berturut-turut 2,30; 2,43; 2,66 dan 5,99%.
  - Kelekatan aspal terhadap limbah beton 99%
- Hasil pengujian campuran AC-WC gradasi kasar dengan limbah beton menunjukkan bahwa nilai stabilitas, Marshall Quotient dan VMA mengalami kenaikan yang tidak terlalu besar, sedangkan nilai VIM mengalami kenaikan yang besar. Untuk nilai VFWA dan flow mengalami penurunan yang tidak terlalu besar.
- Dari hasil penelitian diperoleh nilai limbah beton optimum yaitu sebesar 2,5% terhadap total agregat kasar. Nilai limbah beton optimum yang didapatkan sangat kecil, hal ini disebabkan oleh nilai VIM pada campuran yang menggunakan limbah beton dengan variasi yang digunakan tidak memenuhi persyaratan yaitu lebih dari 5%.

## SARAN

- Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan variasi kadar aspal yang lebih banyak pada campuran yang menggunakan limbah beton.
- Adanya hasil penelitian pada campuran lain juga dibutuhkan agar dapat digunakan sebagai pembandingan.
- Adanya hasil pengujian CBR agregat baru dengan agregat limbah beton juga diperlukan untuk membandingkan kekuatan agregat baru dengan agregat limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo,H.C., 2007, Pemeliharaan Jalan Raya, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo,H.C., 2011, Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hidayat,M.Taufik, 2010, Pengujian Geser Panel Komposit Lapis Anyaman Bambu Menggunakan Limbah Beton Sebagai Bahan Agregat Dengan Variasi Jarak Shear Conector dan Agregat Campuran, Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 4, No.2– 2010, Universitas Brawijaya Malang.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, Spesifikasi Umum 2010, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Rohana, Tutas, 2012, Karakteristik Marshall Campuran Aspal Menggunakan Bahan Tambah Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat, Skripsi. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. Teknologi Beton. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.